

安徽师范大学

2014 年招收硕士研究生考题

科目名称: 原子物理学 科目代码: 701

考生请注意: 答案必须写在答题纸上, 写在本考题纸上的无效!

物理常数: 电子质量 $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ Kg}$, $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$, $R_\infty = 1.09737 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$,
 $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$, $u_B = 0.9273 \times 10^{-23} \text{ J/T}$, $R_H = 1.0967758 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

$$1 \text{ 洛伦兹 (1L)} = \frac{\mu_B B}{hc} = \frac{Be}{4\pi m_e c}$$

一、简答题 (每题 5 分, 共 40 分)

- 1、洪特规则;
- 2、泡利不相容原理;
- 3、玻尔理论要点;
- 4、 LS 耦合方案;
- 5、电子自旋假设;
- 6、电偶极跃迁对跃迁初、终态宇称的要求;
- 7、He 原子有单重态和三重态, 但 $1s1s^3S_1$ 态并不存在的原因;
- 8、如果电子的自旋不是 $\frac{1}{2}$ 而是 $\frac{3}{2}$, He 原子基态将是什么?

二、(本题 25 分) (1) 计算氢原子赖曼系、巴尔末系的线系限波长和第一条谱线的波长; (2) 高分辨光谱实验发现, 这两线系的第一条谱线其实分别由 2 条和 5 条精细线组成。对此作何解释? 画出能级图, 标出产生这些精细线的跃迁; (3) 赖曼系的这 2 条精细线波长相差 0.0054 \AA , 计算相应精细能级的裂距。

三、(本题 20 分) 已知 Na 原子光谱共振线 $3p \rightarrow 3s$ 的波长 $\lambda = 5893 \text{ \AA}$, 主线系线系限波长 $\lambda_\infty = 2413 \text{ \AA}$ 。(1) 计算量子数亏损 Δ_s 、 Δ_p ; (2) 该条共振谱线在高分辨光谱仪下观察, 是由 5890 \AA , 5896 \AA 的两条精细谱线组成。试解释原因, 要求作出跃迁图。

四、(本题 15 分) (1) 确定原子基态时要考虑哪些物理定律、规则或模型? (2) 写出 C, N, O, F, Ne 五个原子的基态 (以原子态符号表示)。

五、(本题 20 分) (1) 写出 Be ($Z=4$) 原子能量最低的三个电子组态;

(2) 分别求出这三个电子组态按 LS 耦合形成的原子态;

(3) 在能级图上画出这些原子态间可能的电偶极跃迁。

六、(本题 15 分) 单个价电子的原子中, 其量子态可用 (n, l, m_l, s, m_s) 五个量子数来描述, 也可用 (n, l, s, j, m_j) 量子数描述。对一给定的量子数 n , 试证明这两种描述的量子态数是相等的。

七、(本题 15 分) (1) 计算 3S_1 和 3P_1 原子态的朗德因子; (2) 定性地画出 3S_1 向 3P_1 跃迁谱线在磁场中的塞曼分裂; (3) 在垂直于磁场及迎着磁场方向可分别观察到哪些谱线? 指出它们的偏振性质。